

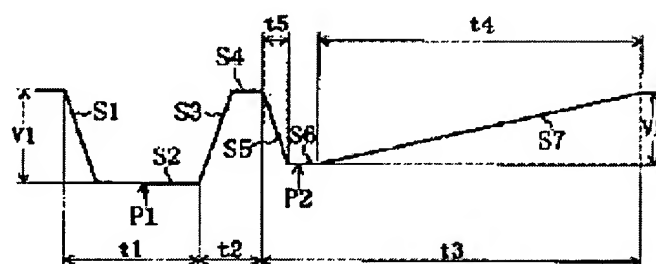
**INK-JET HEAD AND INK-JET TYPE RECORDING APPARATUS****Publication number:** JP2001246746**Publication date:** 2001-09-11**Inventor:** IKEDA KOJI; MATSUO KOJI; HORIO HIDEAKI**Applicant:** MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**Classification:****- international:** **B41J2/01; B41J2/045; B41J2/055; B41J2/01; B41J2/045; B41J2/055; (IPC1-7): B41J2/045; B41J2/01; B41J2/055****- european:****Application number:** JP20000059005 20000303**Priority number(s):** JP20000059005 20000303

Report a data error here

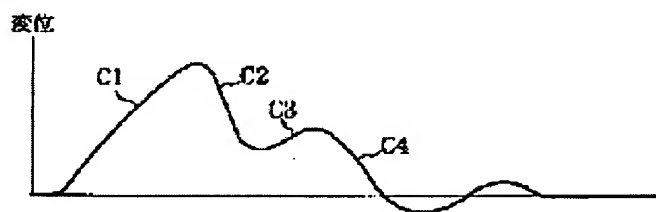
**Abstract of JP2001246746**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make discharge ink drops fine without making nozzles small in diameter in an ink-jet head.

**SOLUTION:** A driving signal for an actuator is constituted of a main pulse signal P1 for driving the actuator to reduce pressure in a pressure chamber and an auxiliary pulse signal P2 for temporarily suppressing the actuator's return to a reference state before the actuator returns. Since the actuator's return is temporarily suppressed, part of the ink pressed out of the nozzles is split in pieces and discharged as fine ink drops.



(a)



(b)

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 インクを収容する圧力室と該圧力室に連通するノズルとが形成されたヘッド本体と、  
圧電素子を有し、該圧電素子の圧電効果によって上記圧力室内のインクに圧力を付与するアクチュエータと、  
上記アクチュエータを駆動する駆動手段とを備えたインクジェットヘッドであって、

上記駆動手段は、圧力室を減圧する側にアクチュエータを駆動する主パルス信号を供給した後、該アクチュエータが基準状態に復帰する前にノズルから突出したインクの一部が分断されてインク滴として吐出されるように、該アクチュエータの復帰を一時的に抑制する補助パルス信号を供給するように構成されているインクジェットヘッド。

【請求項2】 インクを収容する圧力室と該圧力室に連通するノズルとが形成されたヘッド本体と、  
圧電素子を有し、該圧電素子の圧電効果によって上記圧力室内のインクに圧力を付与するアクチュエータと、  
上記アクチュエータを駆動する駆動手段とを備えたインクジェットヘッドであって、  
上記駆動手段は、

所定の基準電位から該基準電位との電位差が所定値  $V_1$  であり且つ圧力室を減圧する側にアクチュエータを駆動するための第1電位にまで下降する電位降下波形と、該第1電位を維持する電位維持波形と、該第1電位から該基準電位にまで上昇する電位上昇波形とからなる主パルス信号と、

上記主パルス信号の後に供給され、基準電位から該基準電位との電位差が所定値  $V_2$  であり且つ圧力室を減圧する側にアクチュエータを駆動するための第2電位にまで下降する電位降下波形と、該第2電位を維持する電位維持波形と、該第2電位から該基準電位にまで上昇する電位上昇波形とからなる補助パルス信号とを供給するように構成され、

上記主パルス信号の電位上昇波形の電位上昇開始時から上記補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時までの時間  $t_2$  と、上記補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時から電位降下終了時までの時間  $t_5$  と、上記補助パルス信号の電位上昇波形の電位上昇開始時から電位上昇終了時までの時間  $t_4$  とは、それぞれアクチュエータの固有周期  $T$  に対して、

$$t_2 < 0.5T$$

$$t_5 < 0.5T$$

$$t_4 > (V_2/V_1)T$$

に設定されているインクジェットヘッド。

【請求項3】 インクを収容する圧力室と該圧力室に連通するノズルとが形成されたヘッド本体と、  
圧電素子を有し、該圧電素子の圧電効果によって上記圧力室内のインクに圧力を付与するアクチュエータと、  
上記アクチュエータを駆動する駆動手段とを備えたイン

クジェットヘッドであって、

上記駆動手段は、

所定の基準電位から該基準電位との電位差が所定値  $V_1$  であり且つ圧力室を減圧する側にアクチュエータを駆動するための第1電位にまで下降する電位降下波形と、該第1電位を維持する電位維持波形と、該第1電位から圧力室を加圧する側にアクチュエータを駆動するための加圧電位にまで上昇する電位上昇波形とからなる主パルス信号と、

10 該主パルス信号の後に供給され、上記加圧電位から上記基準電位との電位差が所定値  $V_2$  であり且つ圧力室を減圧する側にアクチュエータを駆動するための第2電位にまで下降する電位降下波形と、該第2電位を維持する電位維持波形と、該第2電位から該基準電位にまで上昇する電位上昇波形とからなる補助パルス信号とを供給するように構成され、

上記主パルス信号の電位上昇波形の電位上昇開始時から上記補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時までの時間  $t_2$  と、上記補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時から電位降下終了時までの時間  $t_5$  と、  
20 上記補助パルス信号の電位上昇波形の電位上昇開始時から電位上昇終了時までの時間  $t_4$  とは、それぞれアクチュエータの固有周期  $T$  に対して、

$$t_2 < 0.5T$$

$$t_5 < 0.5T$$

$$t_4 > (V_2/V_1)T$$

に設定されているインクジェットヘッド。

【請求項4】 請求項2または3に記載のインクジェットヘッドにおいて、

30 補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時から電位降下終了時までの時間  $t_5$  は、アクチュエータの固有周期  $T$  に対して、

$$t_5 < 0.25T$$

に設定されているインクジェットヘッド。

【請求項5】 インクを収容する圧力室と該圧力室に連通するノズルとが形成されたヘッド本体と、  
圧電素子を有し、該圧電素子の圧電効果によって上記圧力室内のインクに圧力を付与するアクチュエータと、  
上記アクチュエータを駆動する駆動手段とを備えたインクジェットヘッドであって、

上記駆動手段は、

所定の基準電位から該基準電位との電位差が所定値  $V_1$  であり且つ圧力室を減圧する側にアクチュエータを駆動するための第1電位にまで下降する電位降下波形と、該第1電位を維持する電位維持波形と、該第1電位から該基準電位にまで上昇する電位上昇波形とからなる主パルス信号と、

上記主パルス信号の後に供給され、基準電位から該基準電位との電位差が所定値  $V_2$  であり且つ圧力室を減圧する側にアクチュエータを駆動するための第2電位にまで

50

(3)

3

下降する電位降下波形と、該第2電位を維持する電位維持波形と、該第2電位から該基準電位にまで上昇する電位上昇波形とからなる補助パルス信号とを供給するように構成され、

上記主パルス信号の電位上昇波形の電位上昇開始時から上記補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時までの時間  $t_2$  と、上記補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時から電位上昇波形の電位上昇終了時までの時間  $t_3$  とは、それぞれアクチュエータの固有周期  $T$  に対して、

$$t_2 < 0.5T$$

$$(1/16)T < t_3 < (3/8)T$$

に設定されているインクジェットヘッド。

【請求項6】 インクを収容する圧力室と該圧力室に連通するノズルとが形成されたヘッド本体と、圧電素子を有し、該圧電素子の圧電効果によって上記圧力室内のインクに圧力を付与するアクチュエータと、上記アクチュエータを駆動する駆動手段とを備えたインクジェットヘッドであって、上記駆動手段は、

所定の基準電位から該基準電位との電位差が所定値  $V_1$  であり且つ圧力室を減圧する側にアクチュエータを駆動するための第1電位にまで下降する電位降下波形と、該第1電位を維持する電位維持波形と、該第1電位から圧力室を加圧する側にアクチュエータを駆動するための加圧電位にまで上昇する電位上昇波形とからなる主パルス信号と、

上記主パルス信号の後に供給され、上記加圧電位から上記基準電位との電位差が所定値  $V_2$  であり且つ圧力室を減圧する側にアクチュエータを駆動するための第2電位にまで下降する電位降下波形と、該第2電位を維持する電位維持波形と、該第2電位から該基準電位にまで上昇する電位上昇波形とからなる補助パルス信号とを供給するように構成され、

上記主パルス信号の電位上昇波形の電位上昇開始時から上記補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時までの時間  $t_2$  と、上記補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時から電位上昇波形の電位上昇終了時までの時間  $t_3$  とは、それぞれアクチュエータの固有周期  $T$  に対して、

$$t_2 < 0.5T$$

$$(1/16)T < t_3 < (3/8)T$$

に設定されているインクジェットヘッド。

【請求項7】 請求項2～6のいずれか一つに記載のインクジェットヘッドにおいて、主パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時から電位上昇波形の電位上昇開始時までの時間  $t_1$  は、アクチュエータの固有周期  $T$  に対して、

$$(1/4)T < t_1 < (3/4)T$$

に設定されているインクジェットヘッド。

4

【請求項8】 請求項7に記載のインクジェットヘッドにおいて、

主パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時から電位上昇波形の電位上昇開始時までの時間  $t_1$  は、アクチュエータの固有周期  $T$  に対して、

$$(3/8)T < t_1 < (5/8)T$$

に設定されているインクジェットヘッド。

【請求項9】 請求項1～8のいずれか一つに記載のインクジェットヘッドと、

10 上記インクジェットヘッドのインク吐出時に該インクジェットヘッドと記録媒体とを相対移動させる移動手段とを備えているインクジェット式記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インクジェットヘッド及びインクジェット式記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、圧電素子の圧電効果によってインクを吐出するインクジェットヘッドが知られてい

20 る。通常、この種のインクジェットヘッドは、インクを収容する複数の圧力室と各圧力室にそれぞれ連通する複数のノズルとが形成されたヘッド本体と、圧電効果によって上記各圧力室内のインクに圧力を付与してノズルからインクを吐出させるアクチュエータと、アクチュエータに駆動信号を供給する駆動回路とを備えている。

【0003】そして、インク吐出の制御のため、アクチュエータに供給する駆動信号として、種々の信号が提案されている。例えば、特開昭53-23237号公報には、図11(a)に示すように、いわゆる押し引き波形からなる駆動信号が提案されている。すなわち、はじめに圧力室を加圧する側（圧力室の内容積を減少させる側）にアクチュエータを駆動してインク滴を吐出させ（信号P101参照）、その後、圧力室を減圧させる側（圧力室の内容積を増加させる側）にアクチュエータを駆動して圧力室内にインクを補給する（信号P102参照）ような信号が提案されている。

【0004】また、特公昭62-26912号公報には、図11(b)に示すように、いわゆる引き押し波形からなる駆動信号が提案されている。すなわち、はじめに圧力室を減圧する側（圧力室の内容積を増加させる側）にアクチュエータを駆動して圧力室内にインクを導入し（信号P103参照）、次に、圧力室を基準状態に復帰させるようにアクチュエータを駆動してインクを吐出させる（信号P104参照）ような信号が提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、記録の高画質化を図るにはインクドットを微細化する必要があり、そのためには、ノズルから吐出するインク滴を従来以上に微小なものにしなければならない。そこで、インク滴

50

(4)

5

を微細化する手段として、ノズルを小径化することが考えられる。しかし、ノズルを小径化すると、目詰まりが発生しやすくなり、信頼性が低下するおそれがある。また、ノズルの形成に際して高度な穴開け加工が必要となり、製造コストの上昇を招く結果となる。そこで、ノズル径を小さくするのではなく、駆動信号に工夫を加えることにより、インク滴を微細化する技術が望まれている。

【0006】しかし、上記の押し引き波形では、アクチュエータを押し切ったとき（アクチュエータの変位が最大のとき）にインク滴が吐出されるため、ノズル端からのインク突出量は必然的に大きくなり、微小液滴の吐出は困難であった。また、上記の引き押し波形においても、アクチュエータが基準状態に戻りきったとき（アクチュエータの変位が最大変位から零変位に戻ったとき）にインク滴が吐出されるため、上記と同様にノズル端からのインク突出量は大きくなり、微小液滴の吐出は困難であった。そのため、微小液滴の吐出が可能な新たな駆動方法が待ち望まれていた。

【0007】本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、ノズルが小径でなくとも微小液滴の吐出が可能なインクジェットヘッドを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、アクチュエータが最大変位から零変位に戻る途中にアクチュエータの復帰動作を一時的に抑制することにより、ノズル端から突出したインクを途中で分断させ、微小なインク滴として吐出するようにした。

【0009】具体的には、第1の発明に係るインクジェットヘッドは、インクを収容する圧力室と該圧力室に連通するノズルとが形成されたヘッド本体と、圧電素子を有し、該圧電素子の圧電効果によって上記圧力室内のインクに圧力を付与するアクチュエータと、上記アクチュエータを駆動する駆動手段とを備えたインクジェットヘッドであって、上記駆動手段は、圧力室を減圧する側にアクチュエータを駆動する主パルス信号を供給した後、該アクチュエータが基準状態に復帰する前にノズルから突出したインクの一部が分断されてインク滴として吐出されるように、該アクチュエータの復帰を一時的に抑制する補助パルス信号を供給するように構成されていることとしたものである。

【0010】上記第1の発明により、まず、圧力室を減圧する側にアクチュエータを駆動する主パルス信号が供給されることにより、圧力室内にインクが導入される。次に、アクチュエータは基準状態に復帰するように変形するが、その復帰に際して、圧力室は加圧され、ノズルからインクが押し出される。そして、アクチュエータが基準状態に復帰する前に、補助パルス信号が供給され、アクチュエータの復帰は一時的に抑制される。これによ

6

り、インクの押し出しが一時的に中断され、ノズル端から突出したインクの一部は慣性力によって分断され、微小なインク滴となって外部に吐出されることになる。従って、ノズル端から突出したインクの一部のみがインク滴となって吐出されるので、吐出されるインク滴は微小なものとなる。

【0011】第2の発明に係るインクジェットヘッドは、インクを収容する圧力室と該圧力室に連通するノズルとが形成されたヘッド本体と、圧電素子を有し、該圧電素子の圧電効果によって上記圧力室内のインクに圧力を付与するアクチュエータと、上記アクチュエータを駆動する駆動手段とを備えたインクジェットヘッドであって、上記駆動手段は、所定の基準電位から該基準電位との電位差が所定値V1であり且つ圧力室を減圧する側にアクチュエータを駆動するための第1電位にまで下降する電位降下波形と、該第1電位を維持する電位維持波形と、該第1電位から該基準電位にまで上昇する電位上昇波形とからなる主パルス信号と、上記主パルス信号の後に供給され、基準電位から該基準電位との電位差が所定値V2であり且つ圧力室を減圧する側にアクチュエータを駆動するための第2電位にまで下降する電位降下波形と、該第2電位を維持する電位維持波形と、該第2電位から該基準電位にまで上昇する電位上昇波形とからなる補助パルス信号とを供給するように構成され、上記主パルス信号の電位上昇波形の電位上昇開始時から上記補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時までの時間t2と、上記補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時から電位降下終了時までの時間t5と、上記補助パルス信号の電位上昇波形の電位上昇開始時から電位上昇終了時までの時間t4とは、それぞれアクチュエータの固有周期Tに対して、 $t2 < 0.5T$ 、 $t5 < 0.5T$ 、 $t4 > (V2/V1)T$ に設定されていることとしたものである。

【0012】第3の発明に係るインクジェットヘッドは、インクを収容する圧力室と該圧力室に連通するノズルとが形成されたヘッド本体と、圧電素子を有し、該圧電素子の圧電効果によって上記圧力室内のインクに圧力を付与するアクチュエータと、上記アクチュエータを駆動する駆動手段とを備えたインクジェットヘッドであって、上記駆動手段は、所定の基準電位から該基準電位との電位差が所定値V1であり且つ圧力室を減圧する側にアクチュエータを駆動するための第1電位にまで下降する電位降下波形と、該第1電位を維持する電位維持波形と、該第1電位から圧力室を加圧する側にアクチュエータを駆動するための加圧電位にまで上昇する電位上昇波形とからなる主パルス信号と、該主パルス信号の後に供給され、上記加圧電位から上記基準電位との電位差が所定値V2であり且つ圧力室を減圧する側にアクチュエータを駆動するための第2電位にまで下降する電位降下波形と、該第2電位を維持する電位維持波形と、該第2電

(5)

7

位から該基準電位にまで上昇する電位上昇波形とからなる補助パルス信号とを供給するように構成され、上記主パルス信号の電位上昇波形の電位上昇開始時から上記補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時までの時間  $t_2$  と、上記補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時から電位降下終了時までの時間  $t_5$  と、上記補助パルス信号の電位上昇波形の電位上昇開始時から電位上昇終了時までの時間  $t_4$  とは、それぞれアクチュエータの固有周期  $T$  に対して、 $t_2 < 0.5T$ 、 $t_5 < 0.5T$ 、 $t_4 > (V_2/V_1)T$  に設定されていることとしたものである。

【0013】上記第2及び第3の各発明により、主パルス信号の電位上昇波形の電位上昇開始時から上記補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時までの時間  $t_2$  が、アクチュエータの固有周期  $T$  に対して  $t_2 < 0.5T$  に設定され、補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時から電位降下終了時までの時間  $t_5$  が  $t_5 < 0.5T$  に設定されていることから、補助パルス信号は、アクチュエータが基準状態に復帰する前に供給されることになる。従って、アクチュエータが基準状態に復帰する前にその復帰動作は一時的に抑制され、ノズル端から突出したインクの一部は分断され、微小なインク滴となって吐出されることになる。また、補助パルス信号の電位上昇波形の電位上昇開始時から電位上昇終了時までの時間  $t_4$  が  $t_4 > (V_2/V_1)T$  に設定されていることから、一時的に復帰が抑制されたアクチュエータが復帰動作を再開する際に、その復帰動作は比較的緩慢に行われることになる。そのため、アクチュエータが急激に復帰することによってインク滴が再度吐出されることが防止される。また、インク吐出後のアクチュエータの振動が抑制され、次のインク滴吐出の際に、アクチュエータの動作が不安定になることがない。

【0014】第4の発明は、前記第2または第3の発明において、補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時から電位降下終了時までの時間  $t_5$  は、アクチュエータの固有周期  $T$  に対して、 $t_5 < 0.25T$  に設定されていることとしたものである。

【0015】上記第4の発明により、補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時から電位降下終了時までの時間  $t_5$  が比較的短くなり、吐出されるインク滴は、より微小なものになる。

【0016】第5の発明に係るインクジェットヘッドは、インクを収容する圧力室と該圧力室に連通するノズルとが形成されたヘッド本体と、圧電素子を有し、該圧電素子の圧電効果によって上記圧力室内のインクに圧力を付与するアクチュエータと、上記アクチュエータを駆動する駆動手段とを備えたインクジェットヘッドであって、上記駆動手段は、所定の基準電位から該基準電位との電位差が所定値  $V_1$  であり且つ圧力室を減圧する側にアクチュエータを駆動するための第1電位にまで下降す

8

る電位降下波形と、該第1電位を維持する電位維持波形と、該第1電位から該基準電位にまで上昇する電位上昇波形とからなる主パルス信号と、上記主パルス信号の後に供給され、基準電位から該基準電位との電位差が所定値  $V_2$  であり且つ圧力室を減圧する側にアクチュエータを駆動するための第2電位にまで下降する電位降下波形と、該第2電位を維持する電位維持波形と、該第2電位から該基準電位にまで上昇する電位上昇波形とからなる補助パルス信号とを供給するように構成され、上記主パルス信号の電位上昇波形の電位上昇開始時から上記補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時までの時間  $t_2$  と、上記補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時から電位上昇波形の電位上昇終了時までの時間  $t_3$  とは、それぞれアクチュエータの固有周期  $T$  に対して、 $t_2 < 0.5T$ 、 $(1/16)T < t_3 < (3/8)T$  に設定されていることとしたものである。

【0017】第6の発明に係るインクジェットヘッドは、インクを収容する圧力室と該圧力室に連通するノズルとが形成されたヘッド本体と、圧電素子を有し、該圧電素子の圧電効果によって上記圧力室内のインクに圧力を付与するアクチュエータと、上記アクチュエータを駆動する駆動手段とを備えたインクジェットヘッドであって、上記駆動手段は、所定の基準電位から該基準電位との電位差が所定値  $V_1$  であり且つ圧力室を減圧する側にアクチュエータを駆動するための第1電位にまで下降する電位降下波形と、該第1電位を維持する電位維持波形と、該第1電位から圧力室を加圧する側にアクチュエータを駆動するための加圧電位にまで上昇する電位上昇波形とからなる主パルス信号と、上記主パルス信号の後に供給され、上記加圧電位から上記基準電位との電位差が所定値  $V_2$  であり且つ圧力室を減圧する側にアクチュエータを駆動するための第2電位にまで下降する電位降下波形と、該第2電位を維持する電位維持波形と、該第2電位から該基準電位にまで上昇する電位上昇波形とからなる補助パルス信号とを供給するように構成され、上記主パルス信号の電位上昇波形の電位上昇開始時から上記補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時までの時間  $t_2$  と、上記補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時から電位上昇波形の電位上昇終了時までの時間  $t_3$  とは、それぞれアクチュエータの固有周期  $T$  に対して、 $t_2 < 0.5T$ 、 $(1/16)T < t_3 < (3/8)T$  に設定されていることとしたものである。

【0018】上記第5及び第6の各発明により、前記第2または第3の発明と同様、主パルス信号の電位上昇波形の電位上昇開始時から上記補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時までの時間  $t_2$  が、アクチュエータの固有周期  $T$  に対して  $t_2 < 0.5T$  に設定されているので、アクチュエータが基準状態に復帰する前に補助パルス信号が供給され、ノズル端から突出したインクの一部は分断されて微小なインク滴となって吐出されるこ

(6)

9

とになる。また、補助パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時から電位上昇波形の電位上昇終了時までの時間  $t_3$  が、 $(1/16)T < t_3 < (3/8)T$  に設定されているので、補助パルス信号はわずかの時間しか供給されず、補助パルス信号によって意図しないインク滴の吐出が起こるようなことはない。また、主パルス信号及び補助パルス信号の合計の供給時間が短くなるので、駆動周波数の向上が図られる。

【0019】第7の発明は、前記第2～第6のいずれか一の発明において、主パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時から電位上昇波形の電位上昇開始時までの時間  $t_1$  は、アクチュエータの固有周期  $T$  に対して、 $(1/4)T < t_1 < (3/4)T$  に設定されていることとしたものである。

【0020】第8の発明は、上記第7の発明において、主パルス信号の電位降下波形の電位降下開始時から電位上昇波形の電位上昇開始時までの時間  $t_1$  は、アクチュエータの固有周期  $T$  に対して、 $(3/8)T < t_1 < (5/8)T$  に設定されていることとしたものである。

【0021】上記第7及び第8の各発明により、アクチュエータの共振を利用するように駆動タイミングの最適化が図られ、インク滴の吐出速度が向上する。

【0022】第9の発明は、インクジェット式記録装置であって、前記第1～第8のいずれか一の発明に係るインクジェットヘッドと、上記インクジェットヘッドのインク吐出時に該インクジェットヘッドと記録媒体とを相対移動させる移動手段とを備えているものである。

【0023】このことにより、微小なインク滴を吐出することができ、高画質の記録が可能なインクジェット式記録装置が得られる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0025】＜実施形態1＞図1は、実施形態1に係るインクジェット式記録装置の概略構成を示す。このインクジェット式記録装置は、キャリッジ16に支持固定されたインクジェットヘッド1を備えている。キャリッジ16には、図1では図示を省略するキャリッジモータ28（図6参照）が設けられ、このキャリッジモータ28によりキャリッジ16が主走査方向（図1及び図2に示すX方向）に延びるキャリッジ軸17にガイドされ、その方向に往復移動するようになっている。なお、このキャリッジ16、キャリッジ軸17及びキャリッジモータ28により、インクジェットヘッド1と記録紙41とを相対移動させる移動手段が構成されている。

【0026】記録紙41は、図1では図示を省略する搬送モータ26（図6参照）によって回転駆動される2つの搬送ローラ42に挟まれていて、この搬送モータ26及び各搬送ローラ42により、上記主走査方向と直交する副走査方向（図1及び図2に示すY方向）に搬送され

10

るようになっている。

【0027】インクジェットヘッド1は、図2～図5に示すように、インクを収容する複数の圧力室4と各圧力室4にそれぞれ連通する複数のノズル2とが形成されたヘッド本体40と、各圧力室4内のインクに圧力を付加して各ノズル2からインク滴をそれぞれ吐出させる複数のアクチュエータ10とを有している。アクチュエータ10は、後述の如く、いわゆるたわみ振動型の圧電素子13を用いたものであって、圧力室4の収縮（加圧）及び膨張（減圧）に伴う圧力室4内の圧力変化によって、ノズル2からインク滴を吐出しかつ圧力室4にインクを導入するようになっている。

【0028】図2に示すように、各圧力室4は、インクジェットヘッド1の内部に主走査方向Xに延びるように長溝状に形成されており、圧力室4同士は、副走査方向Yに互いに所定間隔をあけて配設されている。この圧力室4の一端部（図2では右側の端部）には、ノズル2が設けられている。圧力室4の他端部（図2では左側の端部）にはインク供給路5の一端部がそれぞれ接続され、この各インク供給路5の他端部は、副走査方向Yに延びるように設けられたインク供給室3に接続されている。

【0029】図3に示すように、インクジェットヘッド1は、ノズル2が形成されたノズルプレート6と、圧力室4及びインク供給路5を区画形成する区画壁7と、アクチュエータ10とが順に積層されて構成されている。このノズルプレート6は厚さ20 $\mu$ mのポリイミド板からなり、区画壁7は厚さ280 $\mu$ mのステンレス製ラミネート板で構成されている。

【0030】アクチュエータ10は、図4及び図5に誇張して示すように、圧力室4に臨設された振動板11と、振動板11を振動させる薄膜の圧電素子13と、個別電極14とが順に積層されて構成されている。振動板11は、厚さ2 $\mu$ mのクロム板からなっており、各圧電素子13に個別電極14と共に電圧を印加するための共通電極としての機能をも有している。圧電素子13は、圧力室4に対応して設けられていて、厚さ3 $\mu$ mのPZT（ジルコル酸チタン酸鉛）からなる超薄型のものである。個別電極14は厚さ0.1 $\mu$ mの白金板からなっており、アクチュエータ10の全体の厚さは約5 $\mu$ mとなっている。なお、互いに隣接する圧電素子13（個別電極14）の間には、ポリイミドからなる絶縁板15が設けられている。

【0031】次に、図6のブロック図を参照しながら、インクジェット式記録装置の制御回路20を説明する。制御回路20は、CPUからなる主制御部21と、各種データ処理のためのルーチン等を記憶したROM22と、各種データの記憶等を行うRAM23と、搬送モータ26及びキャリッジモータ28をそれぞれ駆動制御するためのドライバ回路25、27及びモータ制御回路24と、印刷データを受信するデータ受信回路29と、駆



(7)

11

動信号生成回路30と、複数の選択回路31、31、…とを備えている。各選択回路31には、アクチュエータ10が接続されている。駆動信号生成回路30は、後述する駆動信号を生成する回路である。選択回路31は、インクジェットヘッド1がキャリッジ16と共に主走査方向Xに移動しているときに、駆動信号生成回路30からの駆動信号をアクチュエータ10に選択的に入力させる回路である。具体的には、選択回路31は、駆動信号生成回路30からアクチュエータ10への信号供給をON/OFFするスイッチング回路により構成されている。

【0032】次に、インクジェット式記録装置の動作について説明する。まず、データ受信回路29が画像データを受信すると、主制御部21はROM22に記憶された処理ルーチンに基づいて、モータ制御回路24及びドライバ回路25、27を介して搬送モータ26及びキャリッジモータ28をそれぞれ制御し、駆動信号生成回路30は駆動信号を生成する。さらに、主制御部21は、上記画像データに基づいて、インク滴の吐出に関する情報を各選択回路31に出力する。そして、選択回路31は、上記情報に基づいて、インク滴を吐出すべきときにはON状態となってアクチュエータ10に駆動信号を供給する一方、インク滴を吐出すべきでないときにはOFF状態となって駆動信号を遮断する。これにより、記録紙41上に所望の画像が形成される。

【0033】—駆動信号の波形—

次に、図7(a)を参照しながら、駆動信号について説明する。本実施形態の駆動信号は、一印字周期中に、主パルス信号P1及び補助パルス信号P2の2つのパルス信号を含んでいる。

【0034】主パルス信号P1は、所定の基準電位と第1電位V1とを有する信号である。ここで、第1電位V1は、基準電位との電位差がV1であって、圧力室4を減圧する側(圧力室4の内容積を増加させる側)にアクチュエータ10を変形させるための電位である。詳しくは、主パルス信号P1は、基準電位から第1電位V1にまで下降する第1電位降下波形S1と、第1電位V1を維持する第1電位維持波形S2と、第1電位V1から基準電位にまで上昇する第1電位上昇波形S3とにより構成されており、いわゆる引き押し波形の信号である。

【0035】一方、補助パルス信号P2は、基準電位と第2電位V2とを有する信号である。ここで、第2電位V2は、基準電位との電位差がV2であって、圧力室4を減圧する側にアクチュエータ10を変形させるための電位である。なお、本実施形態では第2電位V2は第1電位V1よりも小さいが、第2電位V2は第1電位V1と等しくてもよく、第1電位V1よりも大きくてもよい。補助パルス信号P2は、詳しくは、主パルス信号P1の後の基準電位維持波形S4に続き、基準電位から第2電位V2にまで下降する第2電位降下波形S5と、第

12

2電位V2を維持する第2電位維持波形S6と、第2電位V2から基準電位にまで上昇する第2電位上昇波形S7とにより構成されている。従って、補助パルス信号P2も、いわゆる引き押し波形の信号である。

【0036】ここで、主パルス信号P1の第1電位降下波形S1の電位降下開始時から第1電位上昇波形S3の電位上昇開始時までの時間を $t_1$ とすると、 $t_1$ はアクチュエータ10の固有周期Tに対して、

$$(1/4)T < t_1 < (3/4)T \quad \text{--- (1)}$$

に設定されている。詳しくは、本例では、時間 $t_1$ は $4\mu s$ に設定されている。なお、ここでいうアクチュエータ10の固有周期とは、圧力室4の内部のインクの影響をも含めた振動系全体の固有周期のことであり、本例では $8\mu s$ である。このような固有周期は、例えば米国特許第4,697,193号明細書に記載されているヘルムホルツ固有振動数 $f$ の逆数で表される。

【0037】主パルス信号P1の第1電位上昇波形S3の電位上昇開始時から補助パルス信号P2の電位降下波形S5の電位降下開始時までの時間を $t_2$ とすると、 $t_2$ は、

$$t_2 < 0.5T \quad \text{--- (2)}$$

に設定されている。なお、時間 $t_2$ が短すぎると、後述の補助パルス信号P2の付加によるインク吐出が困難となるので、時間 $t_2$ は、

$$(1/16)T < t_2 < 0.5T \quad \text{--- (2a)}$$

に設定されていることが好ましい。本例では、時間 $t_2$ は $1.5\mu s$ に設定されている。

【0038】補助パルス信号P2の第2電位降下波形S5の電位降下開始時から電位降下終了時までの時間を $t_5$ とすると、 $t_5$ は、

$$t_5 < 0.5T \quad \text{--- (3)}$$

に設定されている。なお、時間 $t_5$ が短いほど、後述の補助パルス信号P2の付加によるインク吐出が容易になるので、時間 $t_5$ は、

$$t_5 < 0.25T \quad \text{--- (3a)}$$

に設定されていることが好ましい。本例では、時間 $t_5$ は $0.5\mu s$ に設定されている。

【0039】補助パルス信号P2の第2電位上昇波形S7の電位上昇開始時から電位上昇終了時までの時間を $t_4$ とすると、 $t_4$ は、

$$t_4 > (V_2/V_1)T \quad \text{--- (4)}$$

に設定されている。

【0040】—インクの吐出動作—次に、アクチュエータ10の中央部の変位を表す図7(b)と、ノズル2のインクの挙動を表す図8とを参照しながら、インク滴の吐出動作について説明する。なお、図8では、圧力室4等は模式的に表されており、これらは実際の形状とは異なる。また、アクチュエータ10の変形は誇張して示している。

【0041】まず、図8(a)に示す基準状態(初期状



(8)

13

態)のアクチュエータ10に対し、主パルス信号P1が供給される。これにより、図7(b)の変位曲線C1及び図8(b)に示すように、アクチュエータ10は圧力室4を減圧する側に変形し、いわゆる引き動作を行う。これにより、インク供給室3から圧力室4にインクが導入される。

【0042】その後、図7(b)の変位曲線C2及び図8(c)に示すように、アクチュエータ10は基準状態に向けて徐々に復帰し、圧力室4はアクチュエータ10によって加圧される。つまり、いわゆる押し動作が行われる。これにより、ノズル2からインクが徐々に突出する。

【0043】次に、図7(b)の変位曲線C3及び図8(d)に示すように、アクチュエータ10が基準状態に復帰する前に補助パルス信号P2が供給され、アクチュエータ10の復帰動作は一時的に抑制される。なお、図7(b)に示すように、本実施形態では、補助パルス信号P2の付加によってアクチュエータ10は一時的に圧力室4を減圧する側に変形しているが、補助パルス信号P2は、アクチュエータ10の復帰動作を急激に減速させるものであればよく、アクチュエータ10を必ずしも減圧側に変形させる必要はない。このように、アクチュエータ10の復帰動作が不連続になることにより、ノズル2から押し出されたインクは、その慣性力によって先端側の一部が分断され、微小なインク滴DPとなって飛翔する。

【0044】その後、図7(b)の変位曲線C4及び図8(e)に示すように、アクチュエータ10は再び復帰動作に戻り、いわゆる押し動作を再開する。この際、インク滴DPが吐出された分だけ、ノズル2からのインクの突出量は少なくなるので、アクチュエータ10が基準状態に復帰したとしても、ノズル2からインク滴が再度吐出されることはない。

【0045】なお、本実施形態では、補助パルス信号P2の第2電位上昇波形S7の電位上昇開始時から電位上昇終了時までの時間 $t_4$ は $t_4 > (V_2/V_1)T$ に設定されており、インク吐出後のアクチュエータ10の振動抑制にとって十分に長い時間であるので、次のインク滴を吐出する前に、アクチュエータ10の状態は十分に安定する。すなわち、駆動信号を供給する際に、アクチュエータ10は常に所定の基準状態(初期状態)から駆動されることになり、所定量のインク滴が安定して吐出されることになる。従って、印字品質のばらつきがなくなり、良好な記録が可能となる。

【0046】一本実施形態の効果一以上のように、本実施形態によれば、主パルス信号P1の供給により圧力室4を減圧する側にアクチュエータ10を駆動した後、アクチュエータ10が基準状態に復帰する前に、その復帰を一時的に抑制する補助パルス信号P2を供給することとしたので、ノズル端から押し出したインクの一部を分

14

断させ、微小なインク滴として吐出することができる。従って、ノズルを小径化することなく微小なインク滴を吐出することが可能となる。

【0047】主パルス信号P1の電位上昇波形S3の電位上昇開始時から上記補助パルス信号P2の電位降下波形S5の電位降下開始時までの時間 $t_2$ を、アクチュエータ10の固有周期Tに対して $t_2 < 0.5T$ に設定し、補助パルス信号P2の電位降下波形S5の電位降下開始時から電位降下終了時までの時間 $t_5$ を $t_5 < 0.5T$ に設定していることから、アクチュエータ10が基準状態に復帰する前に補助パルス信号P2を確実に供給することができ、微小なインク滴を安定して吐出することができる。

【0048】補助パルス信号P2の第2電位上昇波形S7の電位上昇開始時から電位上昇終了時までの時間 $t_4$ を $t_4 > (V_2/V_1)T$ に設定することとしたので、インク滴を吐出した後のアクチュエータ10の振動が次のインク滴の吐出時に残存することがなく、インク滴の吐出動作は常に安定して行われる。従って、印字品質が安定する。

【0049】主パルス信号P1の電位降下波形S1の電位降下開始時から電位上昇波形S3の電位上昇開始時までの時間 $t_1$ を、アクチュエータの固有周期Tに対して、 $(1/4)T < t_1 < (3/4)T$ に設定しているので、アクチュエータ10の共振を利用することができ、アクチュエータ10の駆動に必要なエネルギーを抑制することができる。

【0050】＜実施形態2＞実施形態1では、インク吐出前のアクチュエータ10の状態を安定させるために、補助パルス信号P2の第2電位上昇波形S7の電位上昇開始時から電位上昇終了時までの時間 $t_4$ を長めに設定したが、インク吐出の間隔が短い高速印刷が必要な場合もある。実施形態2は、駆動周波数を向上させて高速印刷を可能とすべく、実施形態1における駆動信号を図9に示すような駆動信号に置き換えたものである。

【0051】具体的には、本実施形態では、補助パルス信号P2の電位降下波形S5の電位降下開始時から電位上昇波形S7の電位上昇終了時までの時間 $t_3$ は、アクチュエータ10の固有周期Tに対して、 $(1/16)T < t_3 < (3/8)T$ に設定されている。このように、補助パルス信号P2の印加時間 $t_3$ を短めに設定することにより、主パルス信号P1及び補助パルス信号P2からなる駆動信号の全体の周期を短くすることができる。従って、駆動周波数を向上させることができる。

【0052】なお、時間 $t_3$ に上限を設けた理由は、時間 $t_3$ が長くなりすぎると、補助パルス信号P2を加えることにより余分なインク滴が吐出されるおそれがあるからである。

【0053】表1に、本発明の実施例の性能比較表を示す。なお、実施例1～4及び比較例では、 $V_1 = V_2 =$

(9)

15

16

23[V]とした。

【0054】

\*【表1】

\*

	t1[ $\mu$ s]	t2[ $\mu$ s]	t3[ $\mu$ s]	電圧[V]	速度[m/s]	量[p1]
従来例(引き押し波形)	4	-	-	23	6.91	2.9
実施例1	4	1.5	1	23	6.98	1.4
実施例2	4	1.5	1.5	23	7.10	1.5
実施例3	4	1.5	2	23	6.98	1.6
実施例4	4	1.5	2.5	23	7.62	1.4
比較例1	4	1.5	3.5	23	5.87	4.3

【0055】表1に示すように、実施例1～4によれば、従来の引き押し波形の駆動信号に比べて、インクの吐出量が少なくなっていることが分かる。つまり、実施例1～4においては、従来よりも微小なインク滴が吐出されている。なお、比較例のように時間t3が長すぎると、補助パルス信号P2の供給により余分なインク滴が吐出され、インクの吐出量は、逆に従来例よりも増加する結果となる。

【0056】＜実施形態3＞実施形態1及び2では、駆動信号の波形は基準電位と2つの電位V1、V2とを有する信号波形であり、アクチュエータ10にいわゆる引き押し動作を行わせる引き押し波形であった。しかし、本発明の駆動信号の波形は、引き押し波形に限定されるものではなく、図10(a)及び(b)に示すように、アクチュエータ10を基準状態からいったん圧力室4を減圧する側に駆動した後、圧力室4を加圧する側に駆動し、再び減圧側に駆動してから基準状態に復帰させる波形であってもよい。つまり、アクチュエータ10にいわゆる引き押し引き動作を行わせる引き押し引き波形であってもよい。

【0057】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、主パルス信号を供給することによってアクチュエータをいったん圧力室を減圧する側に駆動した後、アクチュエータが基準状態に復帰する前に補助パルス信号を供給し、その復帰を一時的に抑制するようにしたので、アクチュエータの復帰に伴ってノズル端から押し出されたインクの一部を分断させ、微小なインク滴として吐出することができる。従って、ノズルを小径化しなくてもインク滴を微細化することができ、高画質の記録が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】インクジェット式記録装置の概略構成図である。

【図2】インクジェットヘッドの部分平面図である。

【図3】図2のA-A線断面図である。

【図4】アクチュエータ近傍の部分断面図である。

【図5】図2のB-B線断面図である。

【図6】制御回路のブロック図である。

【図7】(a)は実施形態1に係る駆動信号の波形図であり、(b)はアクチュエータの変位曲線図である。

【図8】(a)～(e)はアクチュエータの変形とインクの挙動を示す模式図である。

【図9】実施形態2に係る駆動信号の波形図である。

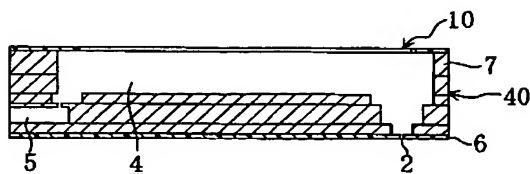
【図10】(a)及び(b)は、実施形態3に係る駆動信号の波形図である。

【図11】従来の駆動信号の波形図であり、(a)は押し引き波形、(b)は引き押し波形を示す。

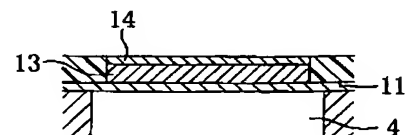
【符号の説明】

- 1 インクジェットヘッド
- 2 ノズル
- 3 インク供給室
- 4 圧力室
- 10 アクチュエータ
- 11 振動板
- 13 圧電素子
- 14 個別電極
- 16 キャリッジ(移動手段)
- 30 駆動信号生成回路(駆動手段)
- 40 ヘッド本体
- 41 記録紙(記録媒体)
- P1 主パルス信号
- P2 補助パルス信号

【図3】

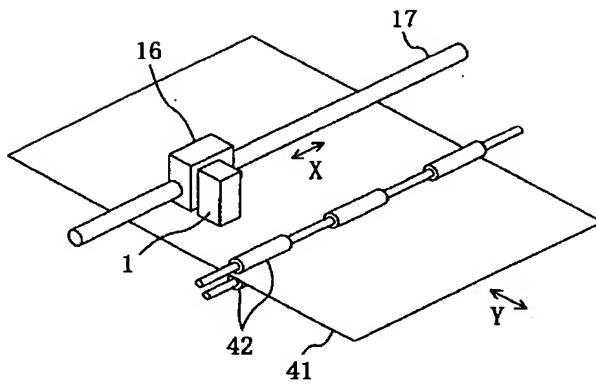


【図4】

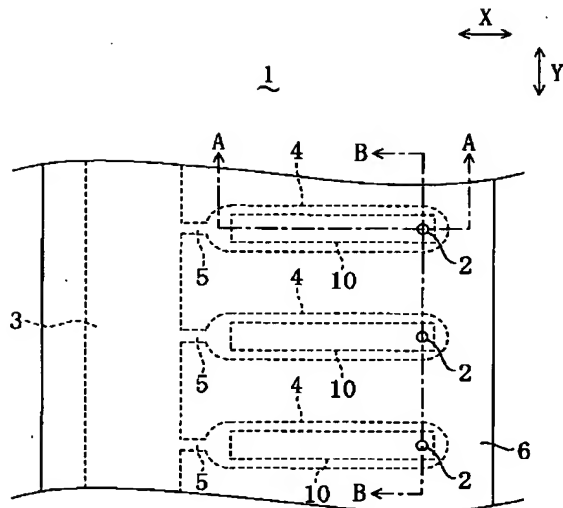


(10)

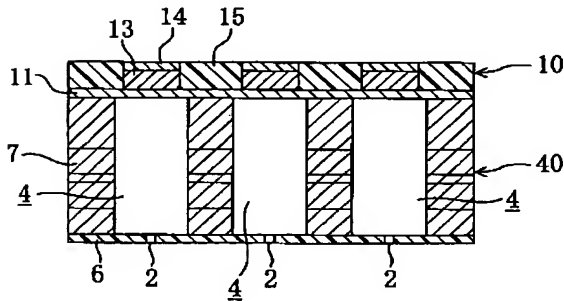
【図1】



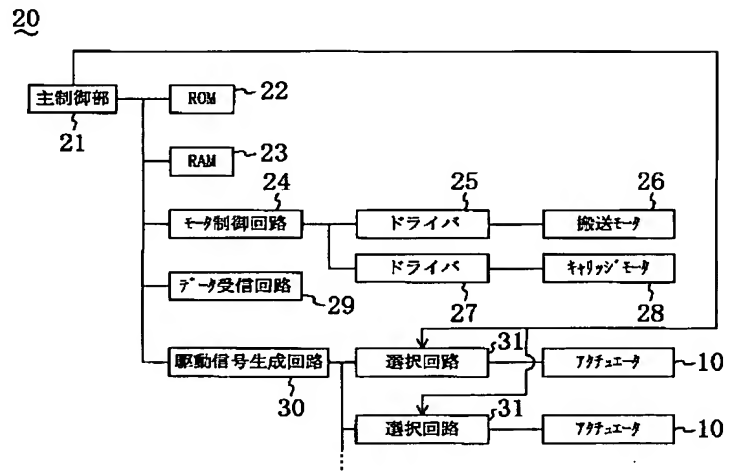
【図2】



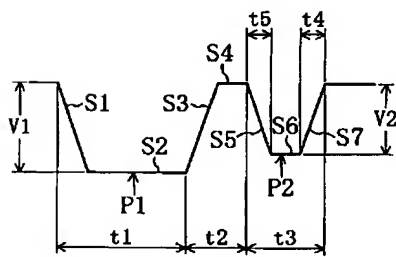
【図5】



【図6】

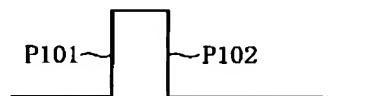


【図9】

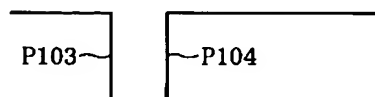


【図11】

(a)

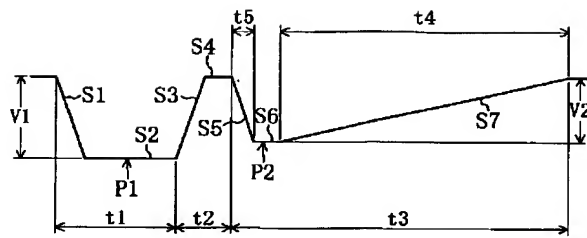


(b)

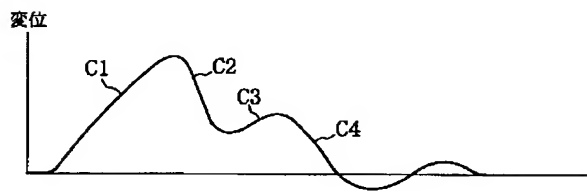


(11)

【図7】

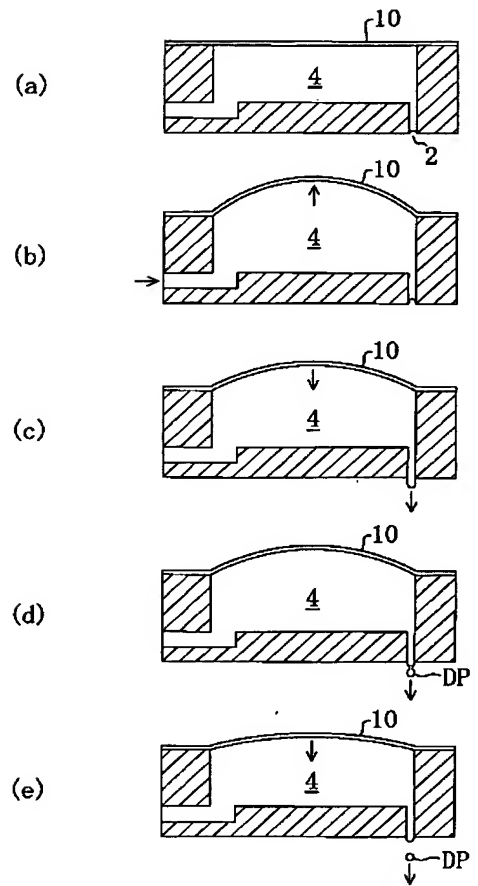


(a)



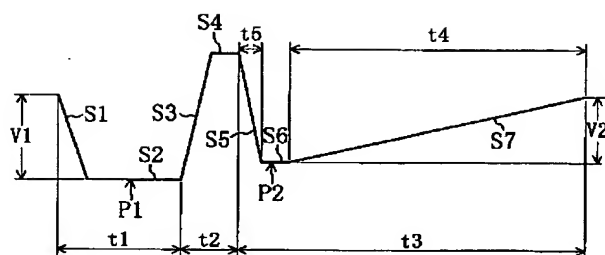
(b)

【図8】

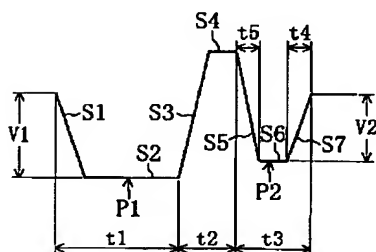


(12)

【図10】



(a)



(b)

フロントページの続き

(72)発明者 堀尾 英明  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

Fターム(参考) 2C056 EA04 EC07 EC42 FA04 FA10  
2C057 AF21 AG12 AG44 AM16 AN01  
AR08 BA04 BA14